99-Pr/Sf-

Instrucciones de servicio **554 61 ff**

Aparato P de rayos X

El equipo está construido como tubo contador goniométrico horizontal, formado por un brazo de medición giratorio y por un portamuestra en el eje de giro. Los ángulos del brazo de medición y del portamuestra se pueden acoplar en una relación 2:1, para observar la reflexión de Bragg. El brazo de medición está provisto de un cartucho para diapositivas. De esta manera los accesorios de medición y materiales de prueba montados sobre un marco de diapositiva, se pueden colocar sencillamente en la trayectoria de los rayos.

El equipo de rayos X se puede emplear indistintamente para mediciones con métodos fotográficos o con el contador Geiger-Müller (559 05). El material fotográfico empleado (554 892, 554 894) se puede exponer y revelar a la luz del día, pues las películas están empacadas individualmente de manera impermeable a la luz. Un interruptor temporizado, con un tiempo máximo de corte de 2 horas, permite el ajuste cómodo de tiempos de exposición largos, y evita además que el equipo funcione incontroladamente durante largos períodos.

Ejemplos de ensayos

- Verificación de los rayos X a través de:
  pantalla fluorescente, cámara de ionización, tubo contador Geiger-Müller, ennegrecimiento de películas fotográficas
- Ley de la distancia
- Coeficiente de absorción lineal
- Dosimetría y protección contra radiación
- Difracción de los rayos X:
  Reflexión de Bragg, patrones de Laue-A, patrones de Debye-Scherrer, ley del desplazamiento de Duane-Hunt (determinación de *h*)
- Ley de Moseley

⚠ 1 Protección contra la radiació

El equipo se deberá proteger de la intervención por partede personal no calificado ni autorizado.

Para la realización de los experimentos se deberán co locar los accesorios requeridos en la zona de experimentación. La conexión de la alta tensión, y por tanto la puesta en servicio del equipo, sólo se podrá efectuar con la tapadera cerrada. Por las mismas razones, el cuerpo del equipo está provisto de un tornillo de uso único para evitar que éste se abra. De esta manera se apantalla la radiación X, para garantizar la seguridad durante el experimento.

No se deben sobrepasar las condiciones máximas de servicio U = 30 kV e I = 100 μA. La dosis de radiación local representa a una distancia de 0,1 m de distancia de la superficie exterior, menos de 7,5 μSv/h.

Cada vez que se vaya a poner en funcionamiento el equipo, se deberá controlar antes la efectividad de los dispositivos de protección contra la radiación, según se indica en el apartado 4.1 de las presentes instrucciones.

⚠ 2 Instrucciones de seguridad

Si la lámpara de control de alta tensión ⑰ ilumina, aunque la tapa del equipo no esté cerrada ni fija en la mitad -de acuerdo con las prescripciones de seguridad-, se deberá proceder de inmediato a desconectar el equipo.

Al desempacar el equipo se deberá verificar que no haya sufrido daños durante el transporte. Si a pesar del empaque de seguridad. se han producido daños, el equipo no se deberá poner en funcionamiento por ningún motivo, y se deberá informar inmediatamente al representante de Leybold Didactic.

Antes de proceder a operar el equipo por vez primera, se debe ajustar la correcta tensión de la red con el conmutador selector ㉓ (ajuste de fábrica en 230 V c.a.)

Cada vez que se vaya a emplear el equipo, el personal responsable, deberá probar antes los dispositivos de protección contra la radiación, tal como se indica en la sección 4.1. Si se observan deficiencias, no se permite la operación del equipo. El equipo deberá ser reparado por Leybold Didactic.

Si la calefacción del cátodo del tubo no funciona aunque esté conectada la alta tensión, debido a la alta capacitancia del tubo, se tendrá alta tensión en el mismo, incluso hasta seis horas después de apagado. Por lo tanto, sólo se permite el contacto con piezas conductoras de alta tensión transcurridas seis horas después de un daño en el cátodo.

3 Descripción del equipo, volumen de suministro, datos técnicos (ver fig. 1)

3.1 Descripción del aparato P de rayos X (554 61/2)

① Tubo de rayos X (554 62), ya montado y ajustado, posteriores ajustes eventuales a través de 2 tornillos (1.1), (1.2) (accesibles en el borde de la carcasa tras retirar las capuchas de goma)

② Domo de cristal de plomo para el apantallamiento de radiación de dispersión, fijado mediante tornillos (2.1), incluidos en el circuito de seguridad

③ Colimador de plomo unido fijamente al domo de cristal de plomo ②,Diámetro de la apertura de salida de la radiación 5 mm

④ Portamuestra para alojar el monocristal, así como las barritas de vidrio, p. ej. para el enfoque de la trayectoria del rayo,el ángulo de giro Θ con respecto al eje del haz se lee sobre escala (4.1).

⑤ Placa estriada de presión, atornillada contra la placa de soporte para un acople del brazo de medición y el portamuestra de 2: 1.

⑥ Brazo de medición, construido como carrete de diapositivas, para alojar p. ej. un tubo contador de ventanilla, cámara de ionización, así como materiales con formato de diapositiva; con pinzas elásticas para el ajuste y fijación; eje de referencia para el ajuste central, borde izquierdo del carrete. El ángulo 2 Θ con respecto al eje del haz, se lee en escala (6.1), Ajuste fino mediante ruedecilla con leva ⑦, La distancia de la mancha focal del tubo de rayos X para Θ = 0° se lee en la escala (6.2).

⑦ Rueda con levas para el ajuste fino del brazo de medición ⑥, con escala graduada ± 4°

⑧ Enchufe hembra (jack) para la medición de la corriente de emisión, cable adaptador incluido en el volumen de suministro

⑨ Interruptor de alimentación, indicación de la tensión de la red con lámpara blanca de control ⑯

⑩ Interruptor temporizado, ajuste continuo max. de 2 horas; desconecta la corriente del equipo.

⑪ Pulsador para la conexión de la alta tensión; indicación de la alta tensión mediante lámpara roja de control ⑰

⑫ Potenciómetro de tornillo, para el ajuste de la corriente de emisión del tubo

⑬ Ranura en forma de haltera, para fijar la tapa del aparato con tapón de cierre ⑳

⑭ hembrillas de 4-m, p, ej. para fijar el motor de Debye Scherrer

⑮ Conmutador selector de alta tensión para el ajuste de U = 20 kV ó U = 30 kV

⑯ Lámpara piloto de la tensión de la red (blanca)

⑰ Lámpara piloto de alta tensión (roja)

⑱ Pasos p. ej. para cable de alta tensión, o para tubería plástica de vacío para la cámara de ionización

⑲ Tapa de plástico, incluida en el sistema de seguridad. La conexión de la alta tensión sólo se puede realizar si la tapa está cerrada y fija.

⑳ Tapón de cierre, para cierre seguro del área de experimentación; incluido en el sistema de seguridad junto con ⑬

㉑ Apantallamiento de aluminio y plomo (con símbolo de prevención contra radioactividad), para el blindaje del haz de radiación que pasa por el colimador. Prohibido desarmarlo.

En la parte inferior del equipo:

㉒ Portafusibles de alta tensión

㉓ Conmutador selector de alta tensión para 110-120V/210-220 V/230-240 V

㉔ Portafusible para la tensión de la red

3.2 Volumen de suministro del aparato P de rayos X, así como accesorios

554 61 ***Aparato P de rayos X:***
1 aparato básico
1 tubo de rayos X (554 62) incorporado, ajustado. Recambio sólo por parte de Leybold Didactic (ver sección 6.8)
1 cable adaptador con enchufe hembra (jack) para medición de la corriente de emisión
2 fusibles T 1/250, (698 15)
1 monografía:
"Física de rayos X" (554 616)"
6 pinzas elásticas
1 instrucciones de servicio
1 homologación

554 62 ***Tubo de rayos X***
El recambio sólo lo puede realizar Leybold Didactic (ver sección 6.8)

554 63 ***Soporte para tubo contador:***
1 soporte en forma de gancho, con tornillo moleteado
1 cable coaxial altamente flexible con enchufes macho y hembra

554 64 ***Cámara de ionización:***
1 cámara cilíndrica
1 tapadera de la cámara con electrodos de barra
1 tapadera de la cámara con toma para evacuación
1 tapadera de la cámara con orificio grande
3 anillos
3 enchufes de cable

554 65 ***Cámara de Debye Scherrer:***
1 cámara cilíndrica
1 tapa de la cámara
1 portamuestra con mandril y rueda cónica dentada
1 envoltura rectangular para película en el piso de la cámara

554 66 ***Accesorios básicos*:***
24 piezas para experimentos básicos con el aparato P de rayos X
1 caja de almacenamiento con insertables moldeados; con espacio para accesorios para cristalografía (554 67) y radiografía (554 68)

554 67 ***Accesorios para cristalografía*:***
16 piezas para estudios cristalográficos más avanzados

554 68 ***Accesorios para radiografía*:***
16 piezas para estudios más avanzados sobre los rayos X

554 69 ***Mando de motor***,
Apropiado para la cámara de Debye Scherrer (554 65) para estudios estructurales según el método de cristal rotatorio
1 llave para fijar la rueda cónica

554 892 ***Filmpack 2:***
20 láminas de película de 38 mm · 35 mm en envoltura plástica no transparente
1 botella de revelador para rayos X
1 botella de fijador para rayos X
1 jeringa
1 cánula

554 894 ***Filmpack 4:***
12 láminas de película de 150 mm · 12 mm en envoltura plástica no transparente
para la cámara Debye Scherrer
Con excepción del formato, igual a Filmpack 2

* En las siguientes tablas se brinda mayor información sobre las piezas de los juegos de accesorios.

Volumen de suministro de los accesorios básicos, de cristalografía y de radiografía (554 66/67/68)

No. cat.	Objeto (cant.)	554 66	554 67	554 68
562.007	cruz de malta			x
008	imanes (2)			x
009	electrodos de placas (2)	x		
012	modelo			x
013	casete de película sencillo	x		
014	láminas de Al escalonadas			x
015	diafragma ranurado, 1 mm	x		
016	diafragma ranurado, 3 mm	x		
017	absorbente de Al, 0,1 mm			x
018	absorbente de Al, 0,25 mm			x
019	absorbente de Al, 0,50 mm			x
020	absorbente de Al, 1,0 mm			x
021	absorbente de Al, 2,0 mm			x
562.028	pantalla de plomo, 0,5 mm			x
029	apantallamiento plástico			x
031	casete de película con pantalla pequeña	x		
033	diafragma perforado, 9,55 mm	x		
563.005	monocristal de LiF	x		
564.001	cartucho de láminas de dispersión con disparador de cable	x		
002	filtro de Fe		x	
003	filtro de V		x	
004	filtro de Ni	x		
005	filtro de Mn		x	
006	filtro de Cu	x		
007	filtro de Cr		x	
008	filtro de Co	x		
009	filtro de Zn	x		
567.004	barritas de vidrio	x		
567.005	polvo de MnO		x	
008	clips de montaje	x		
582.001	ranura de colimación, 1 mm	x		
002	colimador 1 mm diam.	x		
003	pantalla fluorescente	x		
004	monocristal de NaCl	x		
005	carrete auxiliar	x		
006	diafragma perforado pequeño			x
007	mini monocristal de LiF	x		
008	polvo de LiF	x		
583.001	monocristal de KCl		x	
002	monocristal de RbCl		x	
003	placa auxiliar		x	
584.002	prueba de pinturas			x
003	porosidad			x
004	fisuras			x
005	cordón de soldadura con rechupe			x
006	máscara de plomo	x		
585.001	polvo de NaF		x	
002	polvo de SiC		x	
003	alambre de Nb, 15 mm (3)		x	
004	polvo de NH_4Cl		x	
005	alambre de Al, 15 mm (3)		x	
006	hilos de polietileno		x	
007	marcos de diapositivas con vidrio		x	
008	polvo de Al		x	
009	pegante al acetato	x		
586.003	alambres para tubos de muestra (10)	x		

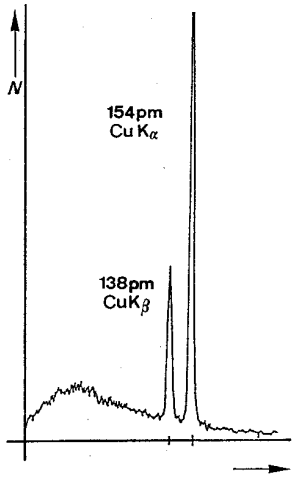
3.3 Datos técnicos

Aparato P de rayos X (554 61) y aparato de rayos X (554 62)

Material de los ánodos:	Cu
Radiación característica:	$\lambda(K\alpha(Cu)) = 154$ pm $\lambda(K_\beta(Cu)) = 138$ pm
Intensidad de dosis local a 0,1 m de la superficie exterior:	< 7.5 µSv/h
Tensión del ánodo:	$U = 20$ kV ó $U = 30$ kV
Corriente de emisión:	ajustable entre $I_A = 0$ µ A y aprox. $I_A = 80$ µA
Calefacción del cátodo:	$U_{max} = 4$ V, $I = 1$ A
Mancha focal:	5 mm · 1 mm
Ventana en el tubo:	vidrio de borosilicato
Colimador de plomo:	diam. 5 mm
Divergencia del haz:	mejor que 10°
Precisión del ángulo doble de Bragg 2 Θ :	5 minutos
Conexión a la red:	110-120 V/210-220 V/ 230-240 V conmutable 50 Hz/60 Hz tensión alterna
Consumo de potencia:	P = 100 VA
Dimensiones:	altura 25 cm diámetro 37 cm
Peso:	9 kg

Monocristales (de 554 66/67)

monocristal:	distancia entre planos d:
LiF	201 pm
NaCl	282 pm
KCl	315 pm
RbCl	329 pm



Reflexión de Bragg en LiF

Cámara de ionozación (554 64)

Espacio interior cilíndrico:	largo 83 mm diámetro 25 mm
Electrodos:	de barra, largo 74 mm
Tensión de servicio:	$U \leq 2$ kV
Corriente de ionización:	$I \approx 10$ pA

Cámara de Debye Scherrer (554 65)

Diámetro interno:	51 mm
Diámetro de muestra:	$d \leq 1$ mm

Mando de motor (554 69)

Conexión a la red:	110 V bis 220 V, 50 Hz
Consumo de potencia:	3 VA

4 Operación

4.1 Prueba de los dispositivos de protección contra la radiación (ver fig. 1)

Antes de comenzar a trabajar con el aparato P de rayos X, se deberá chequear que el circuito conmutador de protección esté funcionando impecablemente. Para probar de manera confiable la lógica de conmutación, se deberá observar la secuencia de pasos de prueba indicada a continuación, como en un diagrama de flujo. Junto con el examen visual, el siguiente proceso de prueba sirve para verificar los diversos elementos de seguridad, que permiten la generación de rayos X sólo con la tapa del aparato completamente cerrada. Si al realizar el test se presentan deficiencias, se deberá proceder a desconectar inmediatamente el equipo de la red. Si no se puede remediar la falla siguiendo las indicaciones del apartado 6, el aparato deberá ser reparado únicamente por Leybold Didactic.

- Verificar visualmente que la tapa ⑲ esté intacta
- Comprobar que el aviso de prevención contra radiación con placa de apantallamiento ㉑ esté bien fijo
- Comprobar visualmente que el tapón de cierre ⑳ se encuentre en buen estado -ver fig. 1-
- Observar que el domo de cristal de plomo ② y el colimador de plomo ③ estén bien fijos y en buen estado
  Para ello se debe abrir la tapa ⑲, lo cual sólo es posible por el lado donde se halla el brazo de medición ⑥
- Verificar la lámpara piloto de la red ⑯
  Para ello, cierre la tapa ⑲, conecte el equipo a la red, seleccione un tiempo de corte con el interruptor temporizado ⑩, conecte el interruptor de la red de alimentación ⑨. La lámpara piloto deberá iluminar (posibles fallos, ver sección 6.1). La lámpara piloto de alta tensión ⑦ no deberá encenderse.
- Comprobar que el interruptor temporizado funcione bien.
  Para ello se conecta el aparato a la red y se selecciona un tiempo.
- Probar el relé del interruptor temporizado ⑩
  Con este fin, ponga el reloj en 0. El piloto de la red ⑯ no deberá iluminarse al accionar el interruptor de la red ⑨.
- Verificar la lámpara piloto de alta tensión ⑰
  Para ello, se selecciona un tiempo en el interruptor temporizado ⑩ y se acciona el interruptor de la red ⑨, todo esto con la tapa ⑲ cerrada y fija (el tapón de cierre ⑳ se debe introducir en un extremo de la ranura en forma de haltera ⑬, luego se desliza toda la tapa con el tapón hasta la posición central). La lámpara piloto de alta tensión ⑰ no debe iluminarse todavía. Con el pulsador ⑪ se conecta la alta tensión. La lámpara piloto ⑰ deberá iluminar (posibles fallos, ver sección 6.3)
- Comprobar el funcionamiento de corte de los elementos de seguridad en la bisagra de la tapa
  Para ello, con la alta tensión conectada se empuja la tapa ⑲ hacia un lado sin abrirla (el tapón de cierre ⑳ permanece en uno de los extremos de la ranura en forma de haltera ⑬). La alta tensión se debe cortar y por lo tanto la lámpara piloto ⑰ no iluminará más.

Si los anteriores pasos de prueba se han cumplido totalmente y con éxito, se considera por concluida la prueba de seguridad. Ahora se puede operar el aparato. Si a pesar de ello, se presentan deficiencias, no se deberá poner el equipo en funcionamiento. La reparación del aparato sólo podrá ser efectuada por Leybold Didactic

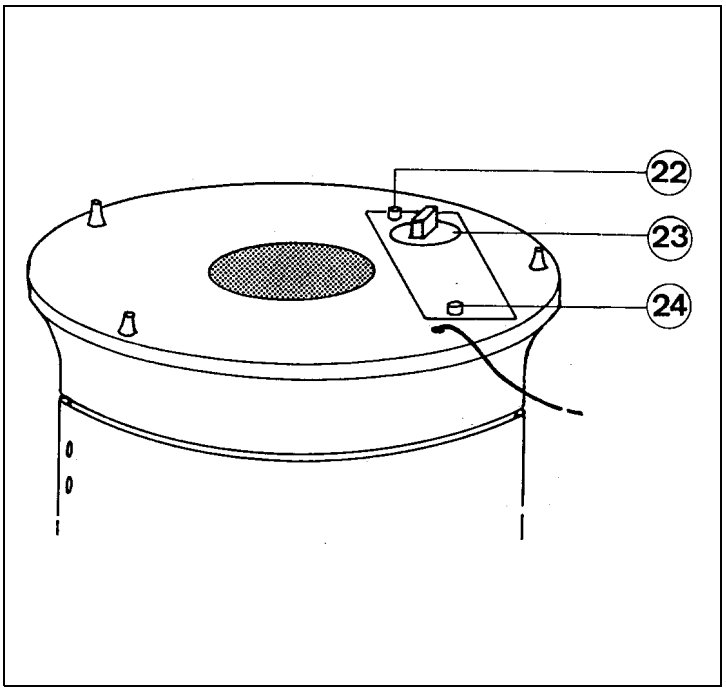


Fig. 1.3

① tubo de rayos X
(1.1.) (1,2) tornillos de ajuste para ①
② domo de cristal de plomo
(2.1) tornillos de enclavamiento para ②
③ colimador de plomo
④ portamuestra
(4.1) escala graduada para ④
⑤ placa estriada de presión
⑥ brazo de medición giratorio
(6.1) escala graduada para ⑥
(6.2) escala de distancia para mancha focal
⑦ rueda con leva
⑧ enchufe hembra (jack) para medición de la corriente de emisión
⑨ interruptor de la red
⑩ interruptor temporizado
⑪ pulsador para alta tensión
⑫ potenciómetro de tornillo para ajuste de la corriente de emisión
⑬ ranura en forma de haltera para ⑳
⑭ hembrillas de 4 mm
⑮ conmutador selector de alta tensión
⑯ luz piloto de la red (blanca)
⑰ luz piloto de alta tensión (roja)
⑱ orificios de paso
⑲ tapa
⑳ tapón de cierre para ⑬
a) forma actual
b) forma antigua
㉑ apantallamiento de Al-Pb
㉒ portafusibles de alta tensión
㉓ conmutador selector de tensión
㉔ portafusibles para tensión de la red

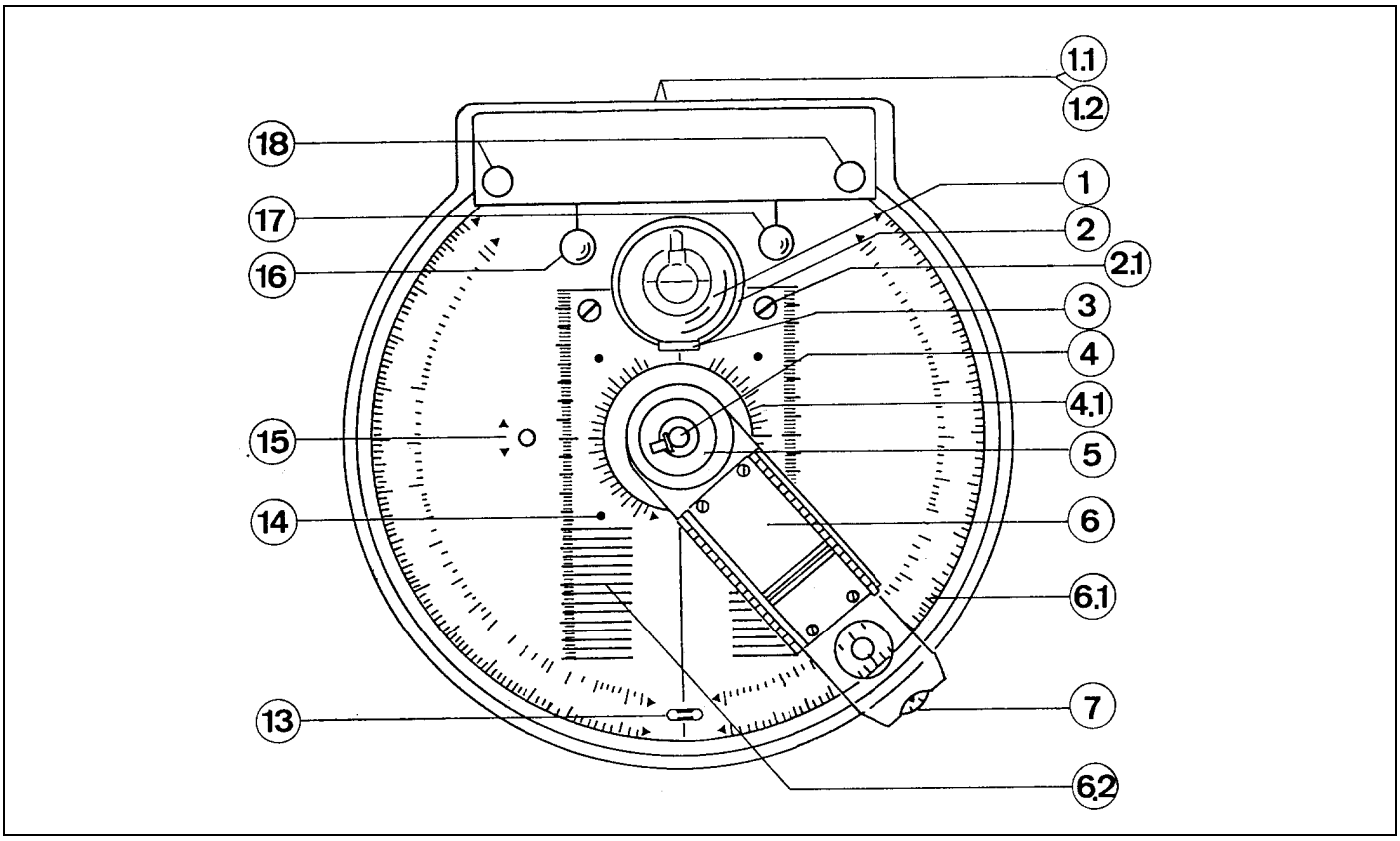

1.1
1.2
18
17
16
15
14
13
1
2
2.1
3
4
4.1
5
6
6.1
7
6.2

Fig. 1.1

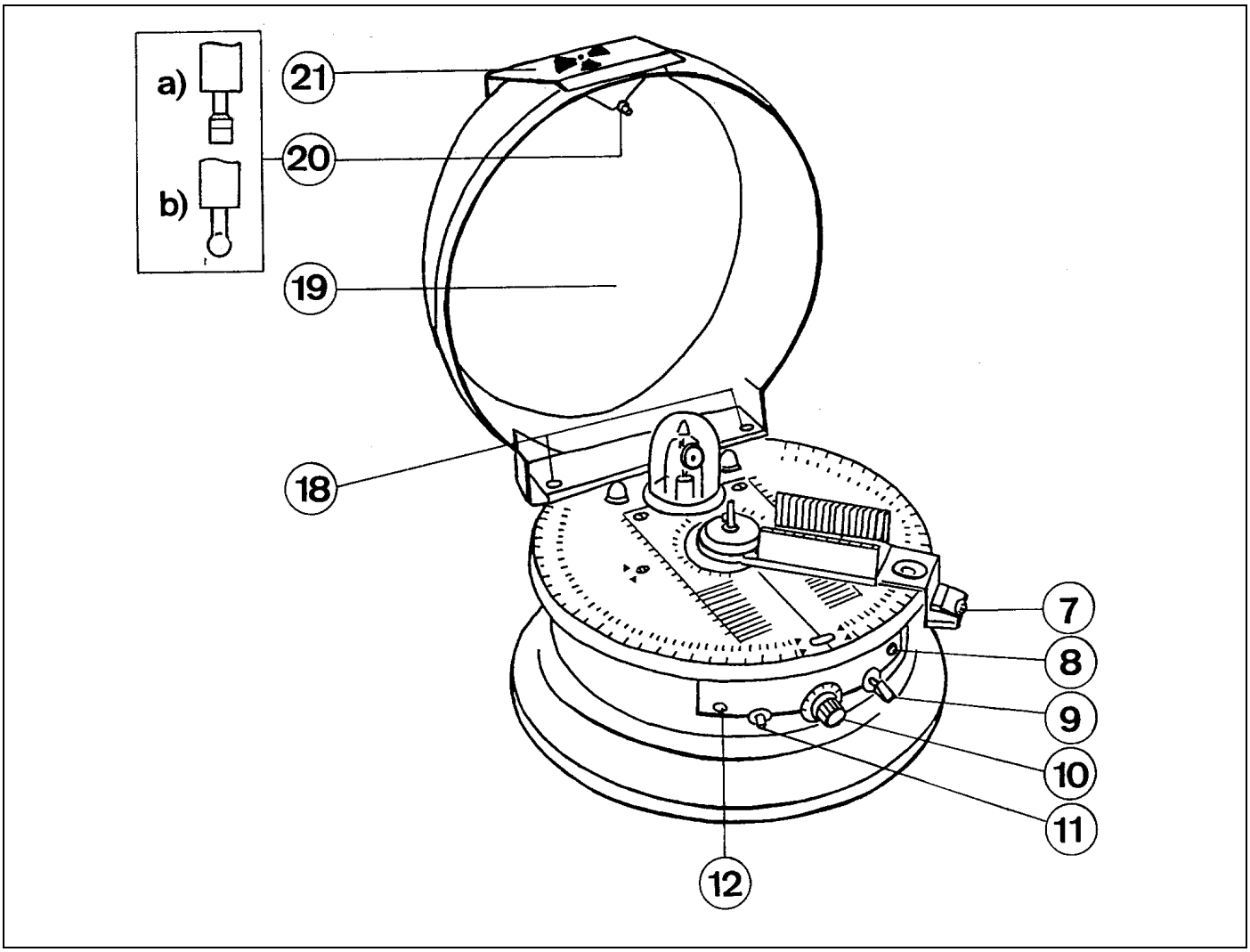

a)
b)
21
20
19
18
7
8
9
10
11
12

Fig. 1.2

4.2 Puesta en servicio del aparato P de rayos X

4.2.1 Cierre y enclavamiento de la tapa

Para cerrar la tapa ⑲ se debe introducir el tapón de cierre ⑳ en un extremo de la ranura en forma de haltera ⑬. Con el brazo de medición en la posición $2\,\Theta > 20°$, puede ocurrir, que esto sólo sea posible por el lado donde se halla el brazo de medición ⑥.

Luego se desliza lateralmente la tapa ⑲ con el tapón de cierre ⑳, hasta la posición central. Al encajar la tapa, el tapón de cierre bloquea la tapa si se va a abrir directamente. Así, los elementos de seguridad en la ranura en forma de haltera ⑬, como en la bisagra de la tapa, permiten la conexión de la alta tensión.

Al abrir la tapa es recomendable empujarla lateralmente (prestar atención al brazo de medición ⑥) y luego abrirla.

4.2.2 Conexión del aparato

El equipo está provisto de un interruptor temporizado ⑩, que corta la entrada de corriente del equipo al transcurrir el tiempo seleccionado. Sólo es posible encender el equipo con el interruptor ⑨, si previamente se ha seleccionado un tiempo de corte.

La lámpara piloto de la red ⑯ y la calefacción del cátodo se iluminan.

4.2.3 Conexión de la alta tensión

Tras conectar el equipo, se selecciona la alta tensión deseada U = 20 kV/30 kV, con el interruptor deslizante ⑮. Se cierra la tapa y se enclava en la posición central. Luego se acciona el pulsador de alta tensión ⑪:
La luz piloto de alta tensión ⑰ se enciende, lo que quiere decir que se están emitiendo rayos X. Se procede a ajustar la corriente de emisión como se indica en la sección 4.2.4.

La verificación de los rayos X se puede efectuar con una pantalla fluorescente -fig. 2.1-, con una cámara de ionización -fig. 2.2-, con el contador Geiger Müller -fig. 2.3- o mediante medición de la corriente de emisión. La alta tensión se desconecta desplazando la tapa ⑲ lateralmente.

Fig. 2 ejemplos de montaje de equipo experimental en el cartucho del brazo de medición

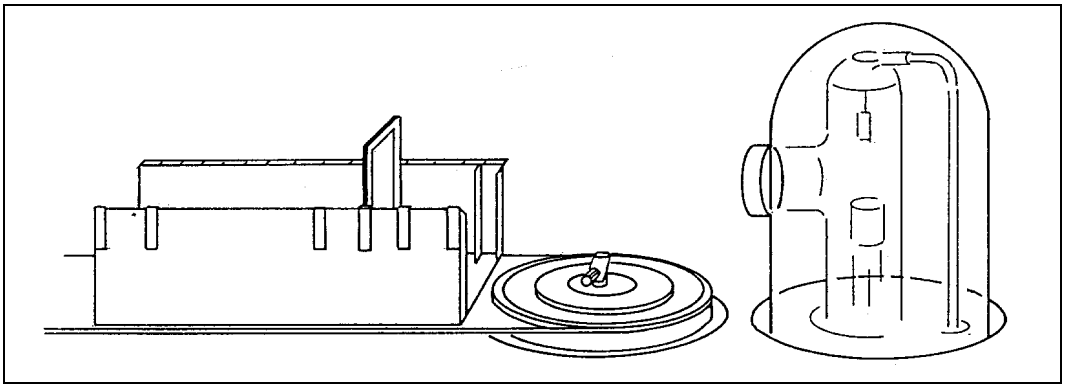


Fig. 2.1 pantalla fluorescente

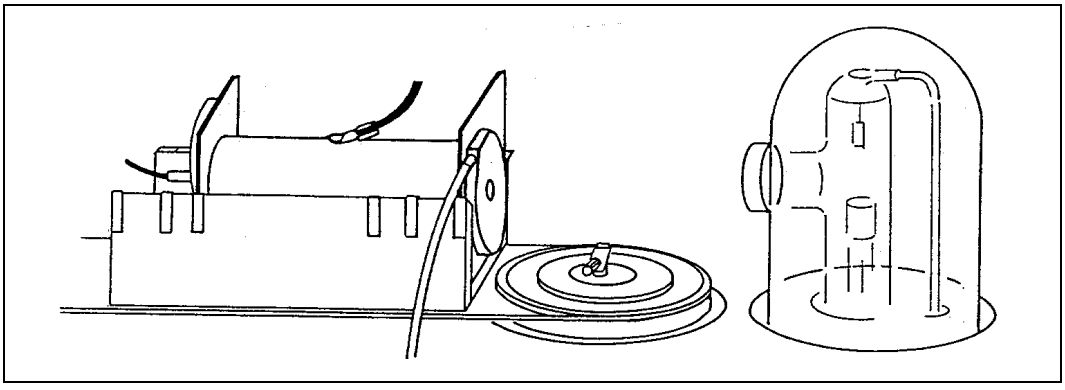


Fig. 2.2 cámara de ionización

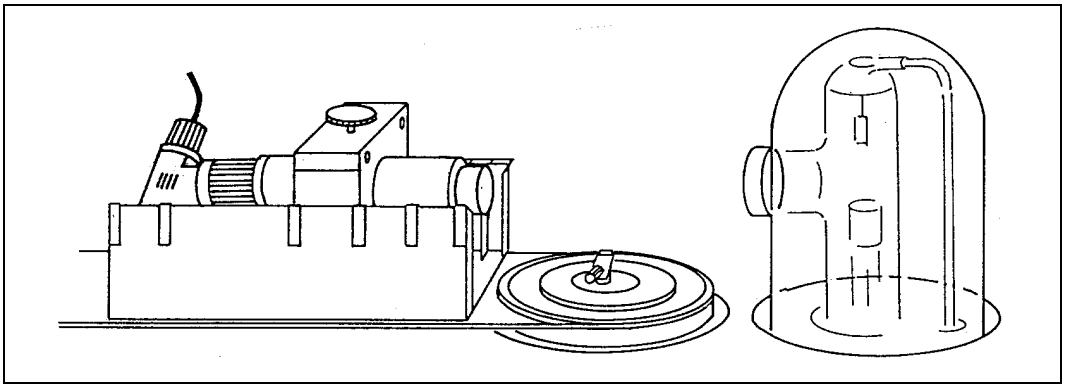


Fig. 2.3 tubo contador Geiger Müller

4.2.4 Ajuste y medición de la corriente de emisión

Primero se debe conectar un microamperímetro, a través del cable adaptador, al conector hembra (jack) ⑧. Luego, con un destornillador se selecciona la corriente deseada en el potenciómetro de tornillo ⑫.

4.2.5 Portamuestra

Con las mordazas de sujeción ⓑ se pueden fijar monocristales (NaCl, LiF, ...) en el portamuestra ④ -ver fig. 3.1-. El monocristal es presionado por la mordaza ⓑ contra la parte fija del portamuestra ⓓ. Así se define el ángulo de ajuste del cristal -ver fig. 3.2-.
La mordaza de sujeción ⓑ junto con su revestimiento ⓒ se puede retirar soltando el tornillo ⓐ.
El ángulo Θ entre el portamuestra y el eje del haz de radiación se lee en la escala (4.1).

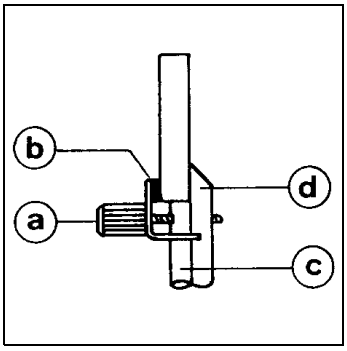


Fig. 3.1 cristal colocado en el portamuestra

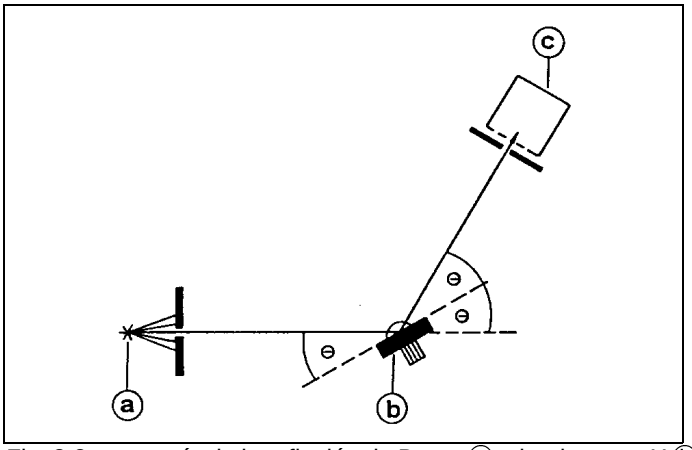


Fig. 3.2 geometría de la reflexión de Bragg ⓐ tubo de rayos X ⓑ monocristal ⓒ tubo contador

4.2.6 Brazo de medición

El carrete de diapositivas del brazo de medición ⑥ tiene 18 puntos de encaje, en los que se pueden insertar y fijar con pinzas elásticas, accesorios de experimentación y material de comprobación -ver fig. 2-. El ángulo 2 Θ entre el brazo de medición y y el eje del haz se lee en la escala 6.1. Con la escala de la rueda con leva ⑦ se pueden efectuar lecturas precisas del ángulo. Con tal fin, se debe colocar el brazo de medición en el siguiente ángulo completo 2 Θ. Luego se ajusta en cero la rueda con leva contra la tensión del hilo, manteniendo fijo el brazo de medición. Posteriormente, en la rueda con leva, el brazo de medición se puede desplazar en ± 4°. El ángulo relativo se puede leer de a 5 minutos en la escala de la rueda.

4.2.7 Acople del ángulo 2 : 1

Para el registro de un espectro de Bragg, es necesario girar el brazo de medición ⑥ un ángulo doble 2 Θ, y simultáneamente el portamuestra ④ un ángulo Θ. Este acople en relación 2 : 1, se puede realizar apretando la placa de presión ⑤. Para tal fin, el goniómetro, el portamuestra y el brazo de medición se deben ajustar exactamente en Θ = 0°. Luego se atornilla la placa de presión. Si el brazo se mueve ahora, el portamuestra se desplazará medio ángulo.

5 instrucciones de servicio para los accesorios

5.1 Montaje de los colimadores (de 554 66)

Para reducir la divergencia del haz, se fija uno de los colimadores [582.001/2] directamente encima del colimador ③ del domo de cristal de plomo.

5.2 Montaje en el brazo de medición de ranuras y de otros objetos experimentales con formato de diapositiva.

Colocar el respectivo objeto en la correspondiente ranura del carrete del brazo de medición y asegurarlo por la izquierda con una pinza elástica -ver fig. 2.1.

5.3 Cámara de ionización (554 64)

Armar la cámara de ionización de acuerdo con la fig. 4. Para verificar el efecto ionizador de los rayos X a presión normal, se emplea la cámara con abertura grande ⓐ, a presión reducida (principio del contador Geiger Müller), se utiliza la que tiene la manguera de evacuación ⓑ. Las conducciones de tensión, y eventualmente las tuberías de la bomba se pueden llevar al exterior desde el área de experimentación a través de los orificios de paso ⑱. Para tal fin, se deben equipar los cables experimentales con los conectores incluidos en el volumen de suministro. Luego se coloca la cámara en el brazo de medición con las pinzas elásticas (fig. 2.2).

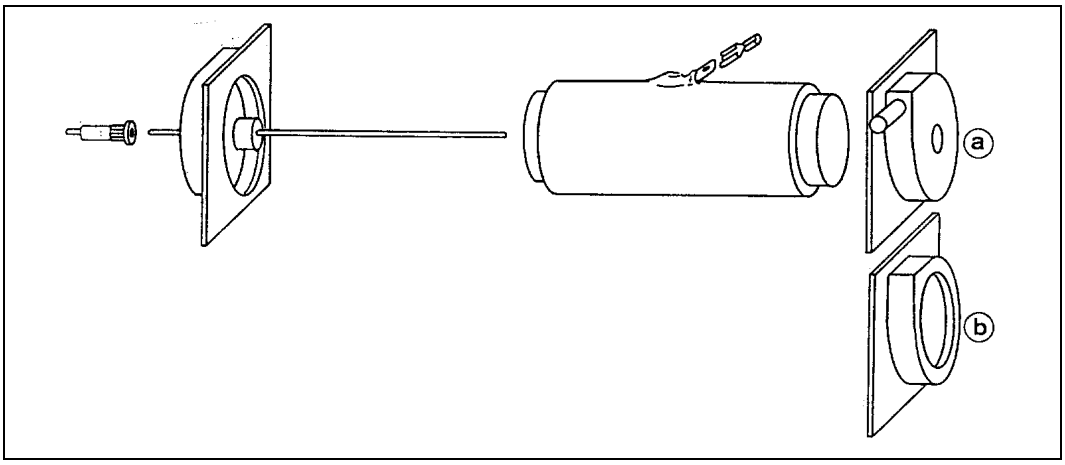


Fig. 4 montaje de la cámara de ionización
a) para baja presión
b) para presión normal

5.4 Tubo contador

Colocar el soporte para tubo contador (de 554 63) en la posición deseada en el carrete de diapositivas del brazo de medición, y fijarlo con las pinzas elásticas. deslizar el tubo contador (559 05) en el soporte, y fijarlo con el tornillo moleteado, ver fig. 2.3. Conectar el cable flexible del tubo contador (de 554 63). Prestar atención a que se pueda cerrar la tapa, de lo contrario, deslizar más el tubo contador.

5.5 Cartucho con láminas de dispersión (de 554 66)

El cartucho con láminas de dispersión contiene 8 láminas de metal, las cuales se pueden colocar sucesivamente en la trayectoria del haz mediante un disparador de cable. El símbolo químico del elemento de cada hoja aparece en una ventana en la cara posterior del cartucho.

Tras retirar la mordaza de sujeción, se coloca el cartucho con la hendidura semicircular [564.001] sobre el portamuestra -ver fig. 5-; se atornilla el disparador y se acciona para comprobar que esté en buen estado; luego se introduce el disparador dentro de la tapa, y ésta se cierra.

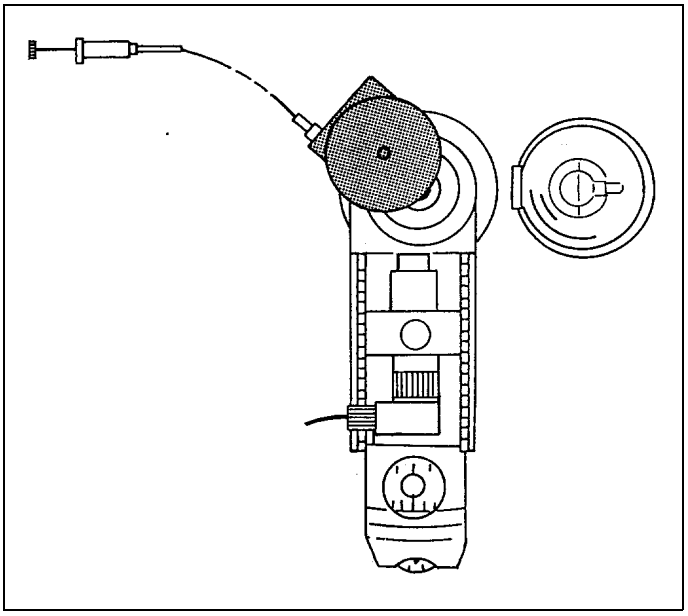


Fig. 5 cartucho con láminas de dispersión

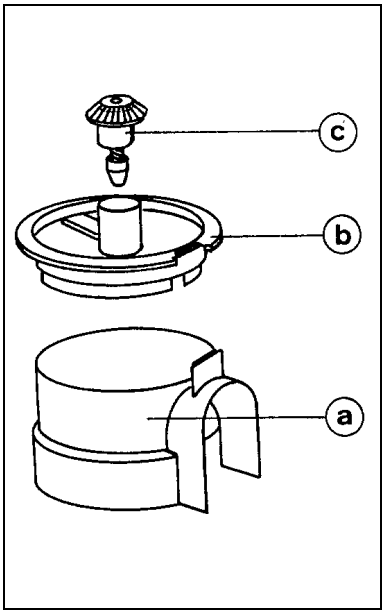
5.6 Cámara de Debye Scherrer y mando de motor (554 65/69)

La cámara de Debye-Scherrer (554 65) -fig. 6-, consta de tres partes: el piso ⓐ y la tapa ⓑ, las que forman una cubierta impermeable a la luz, y la espiga de sujeción ⓒ, en cuyo mandril se puede sujetar a presión la prueba. Se necesita la rueda cónica para el mando de motor (554 69) de la cámara de Debye Scherrer, la que permite el registro de cristales giratorios.

Primero se retira la mordaza de sujeción del portamuestra; el brazo de medición se desplaza a $2\,\Theta = 90°$; el portamuestra se ajusta en $\Theta = 90°$ de tal modo que el lado liso del soporte apunte al tubo de rayos; el colimador de 1 mm se fija sobre el colimador del domo de cristal de plomo; la parte inferior ⓐ de la cámara de Debye Scherrer (fig. 6.1) se coloca tentativamente entre el domo de cristal de plomo y el portamuestra (fig. 6.2). Si la cámara no se puede colocar sin juego entre el domo y el portamuestra, se deberá realizar un ajuste con el tornillo en el piso de la cámara (fig. 6.1).

La cámara se carga en el cuarto oscuro con una de las películas (150 mm·12 mm) desempacadas, de Filmpack 4 (554 894). Se debe colocar la película muy junto a la pared cilíndrica interior. Para los registros de cristal giratorio, se debe colocar una película (38 mm · 35 mm) sin envoltura, de Filmpack 2 (554 892) en la parte interna inferior de la cámara. Se cierra la tapa ⓑ de la cámara. Luego se coloca con sumo cuidado la espiga de sujeción ⓒ con la muestra a presión.

Se coloca la cámara sobre el portamuestra, tal como se indica en la fig. 6.2; en caso necesario se tendrá que colocar además el mando de motor (554 69), conectando su conector en la hembrilla B (ver fig. 6.3). Se debe controlar que la rueda cónica dentada gire sin problemas, eventualmente se deberá variar la posición de la rueda cónica del motor sobre el eje, con la llave incluida para tal fin.



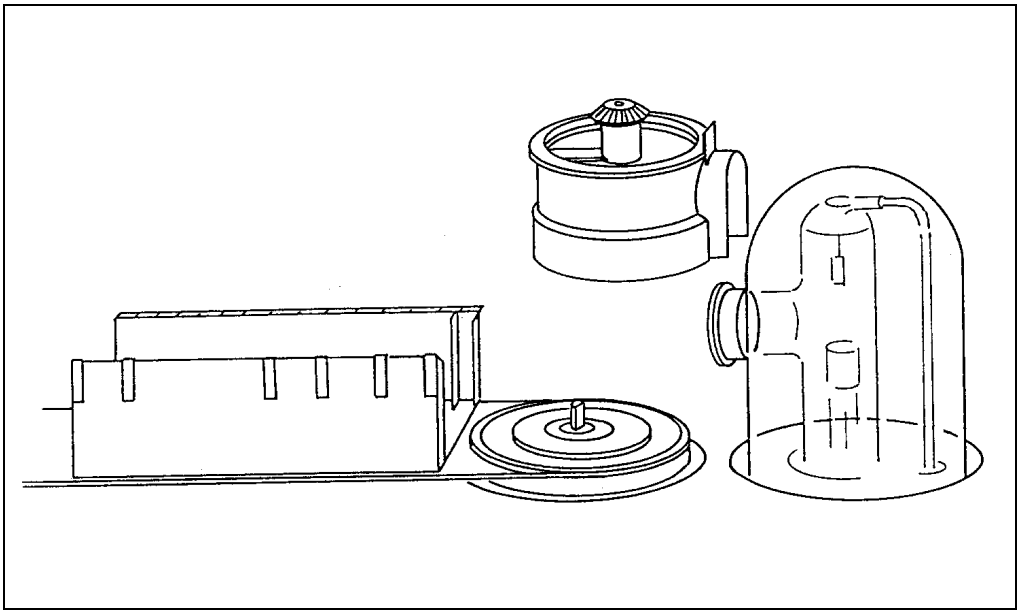


Fig. 6.1 cámera de Debye Scherrer Fig. 6.2 sitio de montaje de la cámera de Debye Scherrer

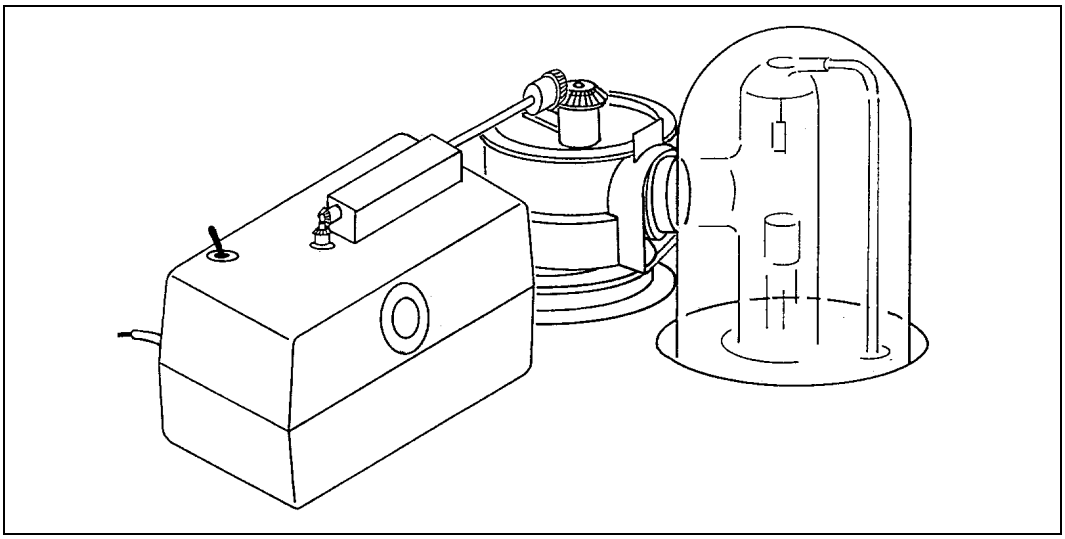


Fig. 6.3
arreglo de Debye Scherrer con mando de motor

5.7 Películas de rayos X

La película de rayos X (de 554 892/894) revestida por ambas caras, y de alta sensibilidad, se halla soldada al interior de una envoltura delgada, negra de PVC, y posee dos orificios impermeables a la luz para la inyección de reactivos químicos. Tras la exposición a rayos beta, gamma o X, la película se revela rápidamente a la luz del día, inyectando los reactivos sucesivamente en las envolturas de PVC. El proceso se termina transcurridos 6 minutos, y la película revelada y fija se puede cortar de su envoltura de PVC

La luz no incide directamente sobre la película a través de los orificios. Si las películas se exponen directamente al sol o si son iluminadas algún tiempo por tubos fluorescentes, a pesar de su envoltura de PVC se podrán empañar o poner opacas.

Debido a la soldadura en las envolturas de PVC, algunas veces quedan marcas en los bordes de la película.

Debido al tratamiento en la cámara oscura, también se pueden presentar rayaduras y quiebres. Luego del revelado, los bordes de la película pueden estar ennegrecidos, y eventualmente se podrán tener figuras en forma de arco en el centro de la película.

Ambos fenómenos son típicos del ennegrecimiento por presión, y muestran claramente que las películas se deben manejar muy cuidadosamente.

Revelado y fijado

Cantidades de reactivos:
Filmpack 2: revelador 2,5 ml, fijador 3,5 ml
Filmpack 4: revelador 3,5 ml, fijador 5 ml
Duración del revelado: 1,5 minutos
Duración del fijado: 4 minutos

Llenado con los líquidos

Los reactivos fotográficos se inyectan con cánula y jeringa en la envoltura de PVC. Con tal fin, la cánula se introduce en uno de los orificios cerca al rotulado impreso.

Antes de succionar los reactivos con la jeringa, se deberá desplazar el émbolo hasta aprox. 1 ml, de tal modo que se tenga aire sobre los líquidos. De esta manera se garantiza que la totalidad del líquido sea expulsada de la jeringa e inyectada en la envoltura de la película..

Movimiento de los líquidos

Para lograr que durante el revelado y fijado, los reactivos humedezcan la película por ambos lados, ésta se masajeará levemente con el dedo índice y el pulgar, para repartir los líquidos uniformemente sobre las dos caras de la película.

finalizado el revelado se inyecta el fijador, sin tener que retirar antes el revelador.

Extracción de la película

Finalizado el proceso de fijado, se corta una esquina de la envoltura, y se extraen los reactivos exprimiéndolos. Seguidamente se corta el borde inferior de la envoltura de PVC. Se retira la película halándola de un esquina. Antes de observar la película, se debe lavar unos segundos con agua corriente. Si se piensa guardar la película, se deberá fijar otros 10 minutos (se puede emplear fijador normal con o sin endurecedor) y después se lava 30 minutos con agua corriente.

Almacenamiento de los reactivos

Mientras que el fijador es bastante estable, el revelador puede dañarse debido al contacto con el aire. Si se tiene un frasco lleno sólo parcialmente, y se lo desea guardar por largo tiempo, es recomendable vaciarlo a otro más pequeño. De este modo, el fijador deberá durar más tiempo en buenas condiciones.

La descomposición del revelador se hace visible por una coloración marrón.

Nota

Al realizar radiografías, la distancia entre el objeto y la película deberá ser mínima, y por el contrario la distancia entre la película y la fuente de rayos X deberá ser máxima.

La película de rayos X se ennegrece también con los rayos β y γ, como los que emiten los preparados radiactivos de uso normal en la enseñanza.

Si la radiación tiene un componente alto de rayos X blandos, puede suceder que la envoltura de PVC se haga visible sobre la película revelada.

Importante

Al cerrar nuevamente la botella de revelador, se la debe oprimir hasta que el nivel del líquido alcance el borde superior de la botella, de tal modo que al cerrarla quede la menor cantidad posible de aire sobre el líquido. La presencia de una leve coloración amarilla no significa que el revelador ya se haya dañado.

6 Ayuda en caso de daños

Al cambiar las lámparas o los fusibles, retire el enchufe de la red!

6.1 La lámpara piloto de la red ⑯ no funciona aunque ya se probó la conexión a la red:

Posibles causas	Solución
El reloj está en 0	Elegir un tiempo de corte
Fusible de la red defectuoso	Abrir con el destornillador el portafusibles ㉔ en el piso de la caja, probar si los valores (T,1/250; 698 15) son correctos, colocar un nuevo fusible ya probado, atornillar
Fusible de alta tensión defectuoso	Abrir con el destornillador el portafusibles ㉒ en el piso de la caja, probar si los valores (T,1/250; 698 15) son correctos, colocar un nuevo fusible ya probado, atornillar.
Luz indicadora defectuosa	Desatornillar la tapa de plástico de la lámpara, desenroscar la lámpara, colocar una nueva (12 V,0.1 A; 505 09) (lo más sencillo es con un trozo pequeño de una manguera de plástico), Colocar de nuevo la tapa
Otras causas	El aparato debe ser probado por Leybold Didactic

6.2 La calefacción del cátodo no enciende, aunque la lámpara piloto de la red ⑯ ilumina

Posibles causas	Solución
Cátodo defectuoso	Sólo puede ser reparado por Leybold Didactic (comparar con sección 6.8)
Circuito de conmutación de la calefacción defectuoso	Sólo puede ser reparado por Leybold Didactic

6.3 La lámpara piloto de alta tensión ⑰ no funciona, aunque el piloto de la red ⑯ ilumina

Posibles causas	Ayuda
Circuito de protección	Controlar el circuito de acuerdo con la sección 4.1: el domo de cristal de plomo deberá estar bien fijo, la tapa cerrada y enclavada
Luz indicadora defectuosa	Desatornillar la cubierta de plástico de la lámpara, desenroscar la lámpara y colocar la nueva (12V,0.1A; 505 09) (lo más sencillo es con un trozo pequeño de una manguera de plástico), colocar de nuevo la tapa
Otras causas	sólo pueden ser solucionadas por Leybold Didactic

6.4 La alta tensión chispea tras conectarla

Posibles causas	Solución
Humedad debajo del domo de cristal de plomo	Dejar la calefacción del cátodo incandescente por algunos minutos. el domo de vidrio se calienta y se seca. La alta tensión se conecta de nuevo

6.5 El cátodo ilumina intensa y brevemente al desconectar la alta tensión

No es una avería, sirve para descargar los condensadores de alta tensión.

6.6 No se pueden verificar los rayos X, aunque la alta tensión está conectada

Posibles causas	Solución
El cátodo no se pone incandescente	corresponde al caso 6.2, debe ser reparado por Leybold Didactic (comparar con sección 6.8) Atención: la alta tensión permanece en los tubos por algunas horas tras desconectar el equipo.
Corriente de emisión muy baja	Ver ajuste en la sección 4.2.4
No hay corriente de emisión	Reparación de la alimentación de alta tensión o cambio del tubo sólo lo puede hacer Leybold Didactic (comparar con sección 6.8)
Colimadores o similares en la trayectoria del rayo	Controlar el montaje experimental
Tubo de rayos X completamente desajustado	ver sección 6.7

6.7 Ajuste del tubo de rayos X

El tubo ha sido ajustado cuidadosamente en la fábrica, Por lo general no debe ser necesario un ajuste posterior. Debido a que durante el transporte se puede presentar un desajuste, a continuación se describe como se debe controlar el ajuste del tubo y en caso dado efectuarlo de nuevo. Colocar el tubo en las ranuras 17 y 20, ver también la sección 5.4, así como la fig. 2.3.

Para el ajuste de altura del tubo, se gira el tubo contador en la posición 0°, la ranura de 1 mm [582.002] se coloca horizontalmente en la muesca o ranura 13, el colimador, 1 mm Ø se monta directamente sobre el domo de cristal de plomo.

Se conecta el aparato, se ajusta la alta tensión en 20 kV.

Se elige una corriente de emisión de tal manera, que el tubo contador cuente unos 200-400 Imp/s (es posible que no se obtenga con el tubo totalmente desajustado).

Retirar el tapón de goma de la cara posterior del aparato. Con los tornillos ahora accesibles 1.2 (fig. 1), ajustar la altura del tubo, seleccionando la máxima tasa de contéo.

Colocar el tapón de nuevo, y sólo después se procede con el ajuste lateral.

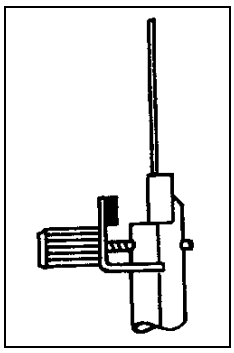


Fig. 7

Para el ajuste lateral se abre el equipo, se coloca la ranura colimadora de 1 mm [582.001] en el domo de cristal, e igualmente como en el diafragma ranurado de 1 mm [562.015] se hace el ajuste vertical en la ranura 30.

Retirar la mordaza de sujeción del portamuestra, colocar los clips de montaje [567.008] y la barrita de vidrio [567.004] -ver fig. 7-.

Conectar la red, posicionar el tubo a través de las dos ranuras. La barrita de vidrio debería estar en la mitad del reflejo del cátodo sobre el ánodo.

Si no es así, se aflojan los tornillos de fijación (2.1), (fig. 1) y se gira el domo de cristal un pequeño ángulo, y ahora se puede realizar el ajuste. Se retiran el clip de montaje [567.008] y la barrita de vidrio [567.004].

Para el ajuste fino se coloca el monocristal de LiF (marcado de azul) en el portamuestra. El brazo de medición y el portamuestra se ajustan en 0, se efectúa el acople 2:1 del ángulo - ver sección 4.2.7-.

Ahora se ajusta el brazo de medición en el ángulo $2\Theta = 45°$, aquí se debe elegir el lado del goniómetro de tal modo que el haz incidente y el reflejado queden en el lado achaflanado del portamuestra (define el punto de giro del cristal - ver también fig. 3.2).

Ajustar la tensión en 30 kV.

Cerrar la tapa y conectar la alta tensión.

Localizar el reflejo Cu-K_α (valor de la literatura $2\Theta = 44°56'$ para LiF). El valor medido debe coincidir en $\Delta\Theta = 30'$ con el de la literatura.

Si no es así, se comprueba el acople para $\Theta = 2\Theta = 0°$, luego se localiza nuevamente el reflejo. Si el valor hallado está aún por fuera de la tolerancia:

a) Se ajusta el brazo de medición en un valor promedio entre el de la literatura y el medido. En la parte trasera de la cubierta se retiran los tapones de caucho superiores. Con el tornillo 1.1 se puede inclinar el tubo. La tasa de contéo se hace máxima inclinando el tubo.
b) Ahora se localiza el máximo del reflejo con el brazo de medición. Si no se está dentro de la tolerancia, se velve a) Continuar ajustando hasta que el valor medido coincida con el de la literatura con una desviación $\Delta\Theta = 30$.

© by Leybold Didactic GmbH,
Printed in the Federal Republic of Germany
Technical alterations reserved